

рис.1. Спектр поглощения энергии  $L(f)$  ПКР-1 при  $E=0$ . Ось абсцисс-частота СВЧ поля в диапазоне 3,1-5,6 ГГц, ось ординат-поглощение энергии от 0 до 45 дБ.

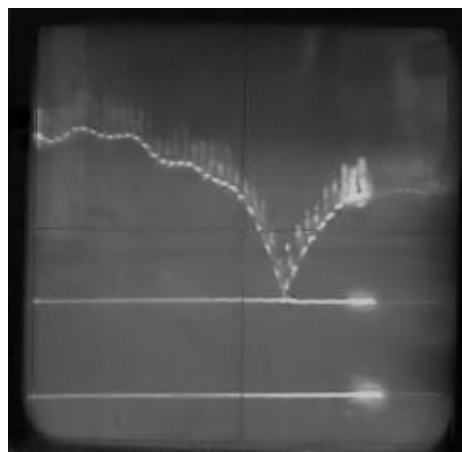


рис.2. Спектр поглощения энергии  $L(f)$  ПКР-1 при напряженности постоянного электрического поля  $E=12.4$  кВ/см.

В результате выполненной работы можно сделать следующие выводы.

1. Постоянное электрическое поле напряженностью менее 10 кВ/см изменяет собственные резонансные частоты и концентрацию осциллирующих в электромагнитном поле доменных стенок пьезокерамики. При этом максимумы в спектрах поглощения энергии электромагнитного поля уменьшаются по величине и смещаются по частоте.

2. Поле повышенной напряженности (12-15) кВ/см вызывает поверхностные микропробои пьезокерамики. В результате чего спектр поглощения энергии образца выглядит модулированными квазипериодическими импульсами. Предполагается, что причиной этого явления является дополнительное электромагнитное излучение незавершенных поверхностных разрядов пьезокерамики ПКР-1.

Список публикаций:

- [1] E. N. Sidorenko, A. V. Turik, I. S. Andreev // *Ferroelectrics*. 2003. № 286. С. 131.
- [2] Е. Н. Сидоренко, В. Г. Гавриляченко, А. В. Турик, А. Ф. Семенчев, И. И. Натхин // *Электромагнитные волны и электронные системы*. 2013. Т. 18. №9. С.51-54.
- [3] H. Cha, S. Kim, D. Park, G. Kil // *Journal of Electrical Engineering and Technology*. 2011. № 7(3). С.65.

## Исследование оптических спектров химически модифицированного поливинилиденфторида

**Чалов Дмитрий Александрович**

Кундикова Наталия Дмитриевна, д.ф.-м.н., Живулин Владимир Евгеньевич, к.ф.-м.н.

Южно-Уральский государственный университет

Песин Леонид Абрамович, д.ф.-м.н.

[chalovdmitriy@gmail.com](mailto:chalovdmitriy@gmail.com)

В последние годы большое число работ посвящено практическому синтезу и теоретическому моделированию низкоразмерных углеродных структур, в том числе и карбина. Карбин представляет собой совокупность углеродных цепей, в которых соседние атомы соединены между собой либо двойными, либо чередующимся тройными и одинарными связями. Существуют различные, зачастую противоречивые структурные модели карбиновых цепей и их взаимного упорядочения. Однако обнаружение кристаллического карбина в природных минералах вселяет надежду на реализацию условий его синтеза и в лабораторных условиях. Одним из возможных способов синтеза углеродистых материалов, содержащих одномерные фрагменты, является карбонизация галогенсодержащих полимеров.

Поливинилиденфторид (ПВДФ) – полимерный материал, обладающий рядом уникальных физико-химических свойств [1], благодаря которым он находит широкое применение в мембранных технологиях, электронике, медицине, акустике и др. Равное количество фтора и водорода в цепочечном скелете полимера создает потенциальную возможность использования ПВДФ в качестве исходного материала для создания одномерных углеродных наноструктур путем химического и/или радиационного дегидрофторирования (ДФ).

Для использования карбонизированных производных поливинилиденфторида в микро- и оптоэлектронике ключевое значение имеют их полупроводниковые свойства. Изучение оптических спектров позволяет определить ширину запрещенной зоны и уточнить строение вещества.

Для проведения эксперимента нами синтезирована серия образцов с малыми временами ДГФ. Методика химического ДГФ подробно описана в [2]. Реакция проводилась при комнатной температуре, ее продолжительность варьировалась от 1 до 50 минут. Исходным материалом служила пленка ПВДФ марки Ф-2МЭ толщиной 20 мкм, предоставленная ОАО «Пластполимер» (г. Санкт-Петербург). Из пленки вырезались 11 заготовок размерами  $20 \times 20$  мм. Дегидрофторирующая смесь состояла из насыщенного раствора КОН в этаноле и ацетона в объемном соотношении 1:9. Объем смеси составлял 550 мл. Сразу после ДГФ частично карбонизированные пленки промывались в этаноле с помощью вибростенда в течение 30 минут. Для обеспечения единообразия синтез и промывание каждого образца осуществлялись в индивидуальной кювете, т.к. концентрация активных веществ в дегидрофторирующей смеси снижается после проведения каждого последующего синтеза. Полученные образцы затем просушивались при пониженном давлении.

Для регистрации УФ-вид спектров в геометрии на пропускание в интервале длин волн от 200 до 900 нм использовался двулучевой спектрофотометр Agilent Cary 300. Измерения проводились на третьи сутки после синтеза в атмосфере воздуха при комнатной температуре в течение 2 часов.

Ширина запрещенной зоны частично дегидрофторированных пленок рассчитывалась из соотношений Тауца [3]. Вблизи края поглощения зависимости  $(\alpha h\nu)^2$  от энергии падающего фотона (где  $\alpha$  – коэффициент поглощения,  $h\nu$  – энергия фотонов), построенные для нескольких образцов, оказались линейными в диапазоне энергий 1,4–5,1 эВ. Полученные зависимости были аппроксимированы линейной функцией и экстраполированы до пересечения с осью абсцисс в точке, равной ширине запрещенной зоны исследуемых образцов. Установлено, что этот параметр уменьшается от 5,09 до 1,47 эВ с увеличением продолжительности синтеза.

Таким образом, проведенный эксперимент показал возможность синтеза полупроводниковых углеродсодержащих структур на поверхности диэлектрической полимерной пленки, обладающей пьезоэлектрической активностью. Такое сочетание представляется перспективным для практического применения. Тем не менее, для выяснения характера атомного упорядочения углерода в модифицированном слое полимера требуются дополнительные исследования.

Список публикаций:

- [1] Кочервинский В.В. Структура и свойства блочного поливинилиденфторида и систем на его основе / В.В. Кочервинский // Успехи химии. 1996. 65(10). С. 936–987.
- [2] Кудрявцев Ю.П., Евсюков С.Е., Бабаев В.Г. Эффективная дегидрофторирующая система для поливинилиденфторида // Известия Академии наук. Серия химическая. 1992. Вып. 5. С. 1223–1225.
- [3] Мавринская Н.А., Песин Л.А., Баумгартен М. и др. Оптические свойства и ЭПР-поглощение химически дегидрофторированного поливинилиденфторида // Вестник ЮУрГУ. Серия «Математика, физика, химия». 2008. №7. Вып. 10. С. 80–88.